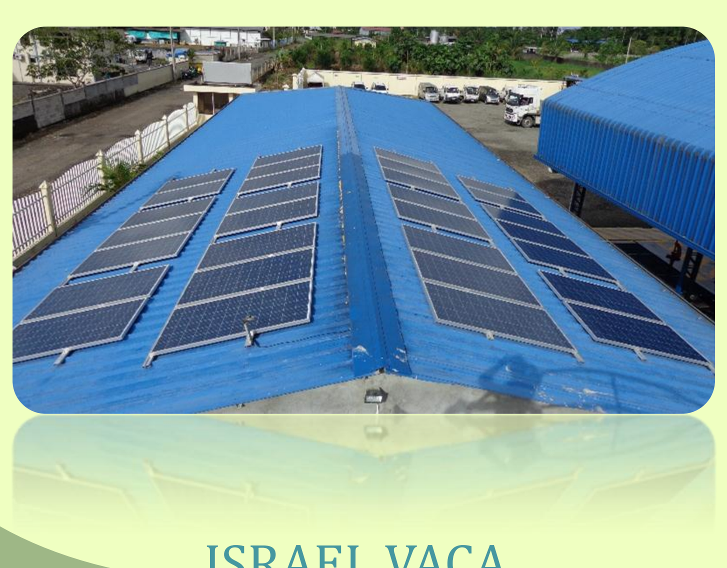


DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MICRORED HIBRIDA A BASE DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA TÉRMICA DIESEL EN LA EMPRESA TRACE OILFIELD SERVICES CIA LTDA PARA REDUCIR LA CONTAMINACION AMBIENTAL







ISRAEL VACA

GALO ALVAREZ



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA







EJECUTORES DEL PROYECTO:

ÁLVAREZ GALO & VACA ISRAEL

DIRECTOR: ING. WASHINTONG FREIRE

CODIRECTOR: ING. WILSON SÁNCHEZ

SEPTIEMBRE 2014



AGENDA

- Título del Proyecto.
- Línea de Investigación.
- Diagnóstico del Problema
- Objetivo General.
- Objetivos específicos.
- Descripción del proyecto
- Estudio de Radiación Solar
- Implementación del sistema fotovoltaico
- Implementación del generador térmico de respaldo
- Interconexión de la microred
- Pruebas de funcionamiento.
- Análisis Energético
- Análisis Económico.
- Conclusiones y Recomendaciones





TÍTULO DEL PROYECTO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MICRORED HIBRIDA A BASE DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA TÉRMICA DIESEL EN LA EMPRESA TRACE OILFIELD SERVICES CIA LTDA PARA REDUCIR LA CONTAMINACION AMBIENTAL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Sistemas Eléctricos, Electrónica de Potencia, Redes Industriales, Energías Renovables.



PROBLEMA EN CUESTION

- La empresa Trace Oilfield Services Cia. Ltda. Conectada al SNI mediante CNEL SUCUMBÍOS con una carga promedio de 20Kw., requiere un servicio continuo de energía eléctrica para mantener un servicio de calidad, razón por la cual, se vio en la necesidad de optar por un sistema que provea dicha energía las 24 horas ya que la empresa reporta un promedio alto de cortes de energía, que provocan la paralización total de las actividades.
- Al generar energía solar fotovoltaica propia la empresa contribuirá indirectamente con la conservación del medio ambiente al dejar de consumir energía que probablemente se produjo en un generador térmico; siendo entonces pionera en tratar de remediar el daño ambientar dentro de una industria tan contaminante como la petrolera.



OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar una "microred" a base de energía fotovoltaica y energía térmica diesel para reducir la contaminación ambiental en la empresa Trace Oilfield Services Cia. Ltda.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un sistema de energía solar fotovoltaico para la generación de 8KWp.
- Realizar un estudio de radiación solar in-situ.
- Diseñar y construir un tablero de transferencia automática.
- Automatizar el arranque de un generador diésel de respaldo para garantizar la continuidad del servicio de energía eléctrica.
- Interconectar la generación de energía solar fotovoltaica a la red del sistema de distribución.

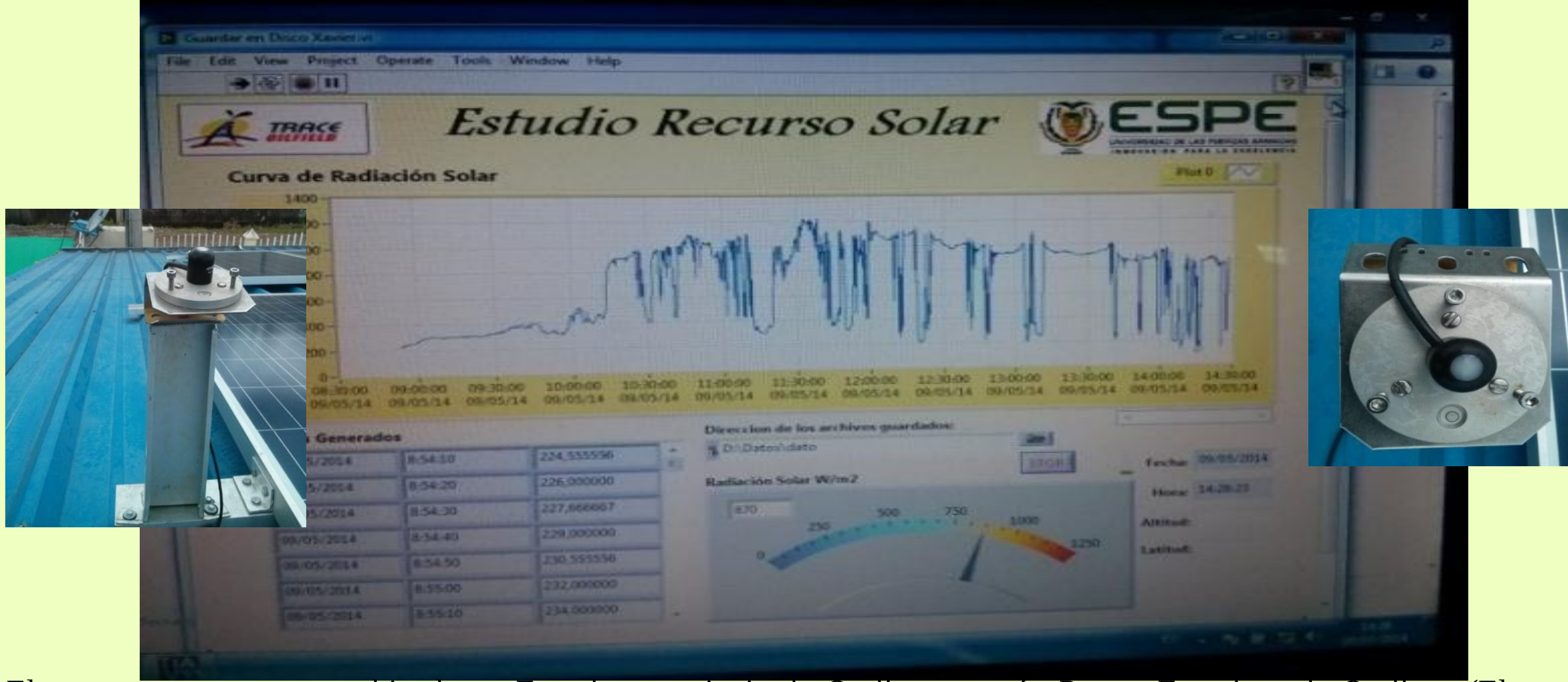
DESCRIPCION DEL PROYECTO

Sistema híbrido a base de un generador solar fotovoltaico conectado a la red y con un generador térmico diésel de respaldo autómata que garantiza continuidad de servicio y reduce el consumo energético de la empresa de distribución local.





ESTUDIO DE RADIACIÓN SOLAR



El proyecto se encuentra ubicado en Ecuador, provincia de Orellana, cantón Puerto Francisco de Orellana (El Coca), Km 5 Vía Lago Agrio, en coordenadas geográficas: Latitud -0.42009454 y Longitud -76.99845314; lugar donde se cuenta con un recurso solar elevado según el estudio realizado por el CONELEC (Atlas Solar del Ecuador), el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador), datos tomados por la NASA, y estudios realizados por la Universidad de Massachusetts, mismos que a su vez se utilizan como principal referencia en el Código Ecuatoriano de la Construcción.

ESTUDIO DE RADIACIÓN SOLAR

Hora	ABRIL W/m2	MAYO W/m2	JUNIO W/m2	JULIO W/m2
6h00	0,100	0,335	0,164	0,027
7h00	24,948	29,550	22,328	18,997
8h00	102,607	115,909	90,800	100,334
9h00	218,177	245,937	191,171	179,088
10h00	356,186	388,089	285,160	290,793
11h00	462,788	482,897	350,271	358,549
12h00	594,197	597,273	445,259	376,229
13h00	617,932	616,870	500,677	489,378
14h00	569,475	570,894	473,018	466,946
15h00	523,219	497,393	370,815	431,901
16h00	374,108	369,099	271,142	255,322
17h00	224,635	207,184	172,173	168,980
18h00	65,916	57,397	65,693	57,173
Promedio Mensual	4134,287	4178,828	3238,670	3193,716



ESTUDIO DE RADIACIÓN SOLAR

	Radiación Abril (kw/m2d)	Radiación Mayo (kw/m2d)	Radiación Junio (kw/m2d)	Radiación Julio (kw/m2d)
Promedio Mensual Obtenido	4,13	4,18	3,24	3,19
Promedio Mensual Atlas	4,65	4,5	4,2	4,35
% Error Datos obtenidos vs Estudio del Atlas Solar	11,09%	7,14%	22,89%	26,58%
Promedio Mensual Nasa	3,86	3,8	3,59	3,77
% Error Datos obtenidos vs Estudio de la Nasa	-7,11%	-9,97%	9,79%	15,29%
Promedio Mensual U. Massachusetts	4,14	4,14	3,39	3,83
% Error Datos obtenido vs Estudio de la U. Massachusetts	0,14%	-0,94%	4,46%	9,61%

Como se observa en la tabla, los datos obtenidos en el estudio realizado en la ubicación del proyecto son muy similares a los datos proporcionados por los institutos dedicados a tomar estas medidas, los datos que más se aproximan son del estudio realizado por la Universidad de Massachusetts ya que se tiene un error < 10% en todos los meses de comparación por lo que se proyecta el resto de meses del año en base a estos valores

IMPLEMENTACION DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO-PANELES

Tipo de Módulo	Vidrio Tedlar (TPT)
Serie	YHM 280 – 36P
Coeficiente de temperatura de corriente	-(0.06±0.01)%/k
Coeficiente de temperatura de voltaje	-(78±10)mV/k
Coeficiente de temperatura de potencia	-(0.5±0.05)%/k
Dimensiones	1950x990x45 mm
Superficie del Módulo	1,93m2
Tipo de Célula	Si Policristalino
Número de Células	9*4
Espesor de la Capa Protectora	4 mm
Peso	23 Kg



Potencia pico (Wp)	280 W
Tolerancia de la potencia	± 5 %
Corriente de cortocircuito (Isc)	8,33 A
Tensión a circuito abierto (Voc)	44,8 V
CONTINÚA	
Corriente nominal (Imp)	7,95 A
Tensión nominal (Vmp)	35,2 V
Temperatura de operación	-20°C a + 60°C



IMPLEMENTACION DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO



IMPLEMENTACION DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO-INVERSORES

- Protección externa o de interconexión.
- Funcionamiento como fuente de corriente mediante IGBT´s.
- Seguimiento del punto de máxima potencia.
- Bajo consumo en reposo.
- Incorporación de funciones de monitorización y protección.
- Control del aislamiento del campo de paneles con localización selectiva de fallos.
- Desconexión de seguridad.
- Interfaces estándar de comunicaciones.
- Vida útil superior a los veinte años.

Potencia DC máxima	3200W
Rango de tensión de entrada	125-500 Vdc
Tensión Nominal	360 Vdc
Rango de tensión MPPT	125-450 Vdc
Máxima corriente DC	18 A
Tensión nominal de la Red	208/240 Vdc
Máxima corriente AC	15 A
Frecuencia AC de la Red	60Hz
Potencia Nominal AC	3Kw
Temperatura de Operación	-20° - 60° C
Categoría de sobretensión AC	Categoría III
Categoría de sobretensión DC	Categoría II
Protección IP	IP65
Clase de Protecciones	Clase I
Norma estándar de conexión a la red	UI1741 / IEEE1547.1

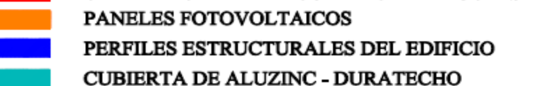


IMPLEMENTACION DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

30 cm
30 cm
30 cm



IMPLEMENTACION DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO





IMPLEMENTACION DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

EzExplorer

File EzLogger Inverter Pane Manager Help

GOODWE

Focus on inverters applied to **solar, wind** and other renewable technologies(energy)

Improve the globe environment, improve people's quality of life

Manager

- Ethernet
  - Trace
    - 13000SSU13900001
    - 13000SSU13900002
    - 13000SSU13900003
- USB
- EzBee
- EzBee2

Total Power Generation£º	782.0	kWh
Total C02 Emission Reductions£º	1035.4	Kg
Annual Power Generation:	28.7	kWh
Annual C02 Emission Reductions:	38.0	Kg
Today Power Generation:	28.7	kWh
Toady C02 Emission Reductions:	38.0	Kg

Message

Time	Message	Type







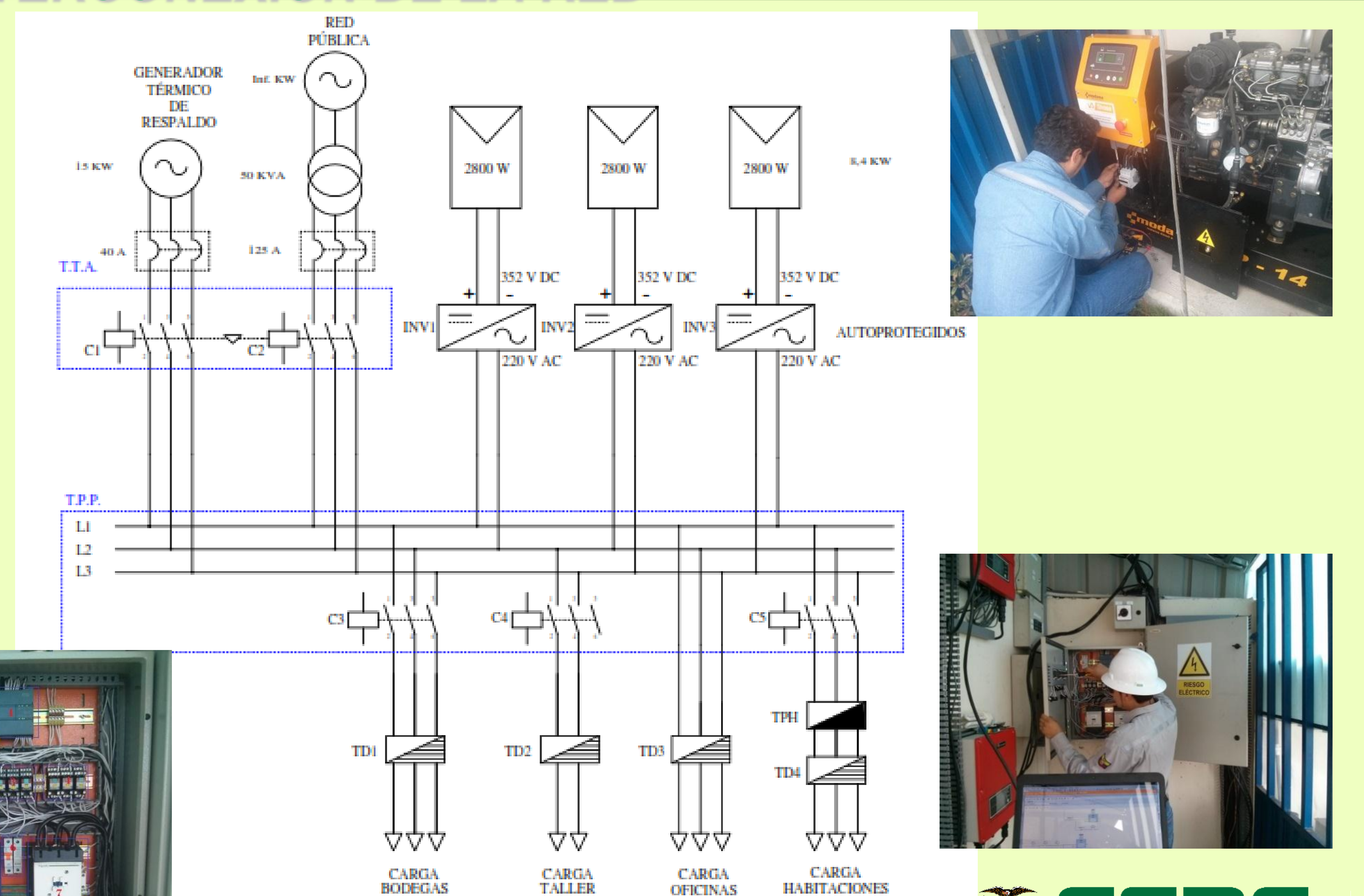
IMPLEMENTACION DEL GENERADOR TÉRMICO

Modelo	Modasa MP - 14
Motor	Perkins 403D-15G
Alternador	Stamford PI 044F
Módulo de control	Electrónico
Fases	Trifásico
Sistema Eléctrico	12V
Frecuencia	50 Hz a 1500 rpm / 60 Hz a 1800 rpm
Capacidad del tanque de combustible	11 Galones
Consumo de combustible a plena carga	4,4 lt/hr
Conexión	Estrella
Voltaje de Salida	220V (fase-fase) 110V (fase-neutro)





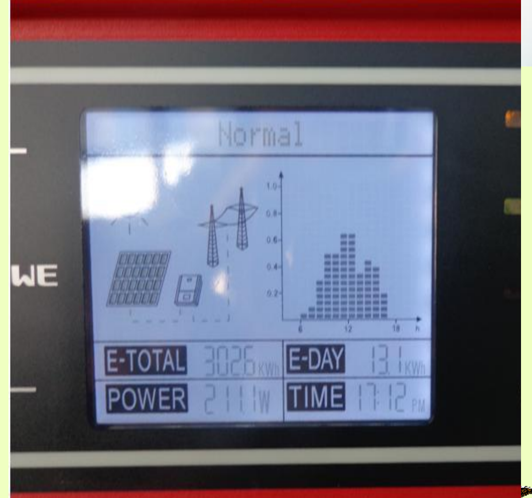
INTERCONEXION DE LA RED



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PRUEBAS


TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA
(TTA)


Normal
E-TOTAL 3026 KWh
E-DAY 13.1 KWh
POWER 2111 W
TIME 17:12 PM


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ANÁLISIS ENERGÉTICO

RED PÚBLICA
GENERADOR TÉRMICO DE RESPALDO
15 KW
50 KVA
2800 W
2800 W
40 A
125 A
T.T.A.
352 V DC
352 V DC
INV1
INV2
INV3
C1
C2
220 V AC
220 V AC
T.P.P.
L1
L2
L3
C3
C4



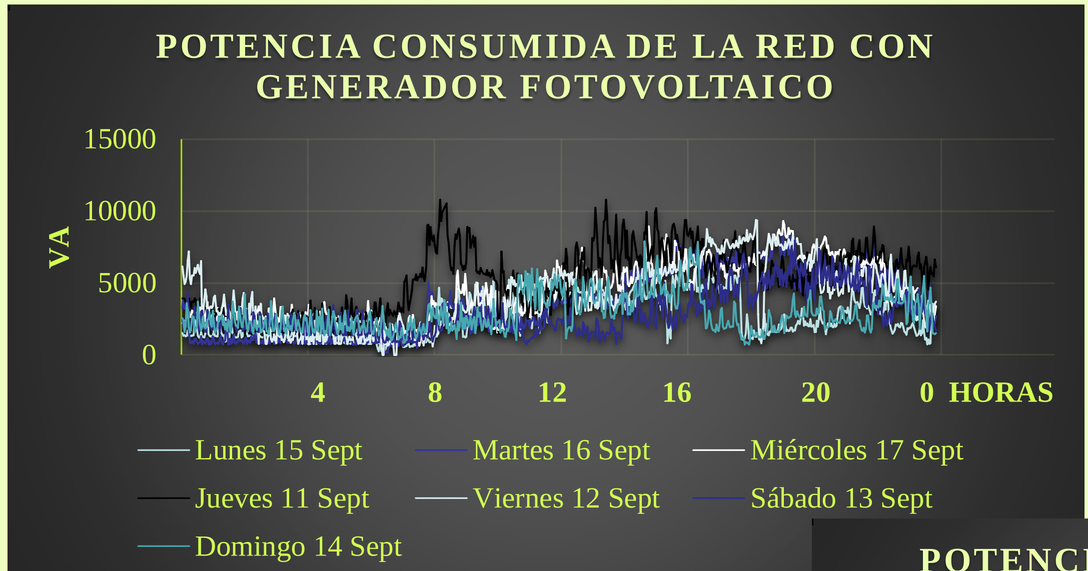
ANÁLISIS ENERGÉTICO







ANÁLISIS ENERGÉTICO







ANÁLISIS ENERGÉTICO



DIFERENCIA LUNES A VIERNES

3000
2000
1000
0
-1000
-2000
-3000

4 8 12 16 20 0 HORAS

ANÁLISIS ENERGÉTICO





ANÁLISIS ENERGÉTICO

Power Log

Archivo Edición Ver Herramientas Ventanas ?

COM1 Desde 21/08/2014 Hasta 29/08/2014 Máximo Media Mínimo Eventos

Mostrar canales: 1 2 3 4 5 6 7 8

G:\Tesis 1809\fluke\REGISTRO FLUKE SIN GENERADOR FOTOVOLTAICO.qrn

Resumen | Tabla | Tensión y Corriente | Estadísticas | Frecuencia/Desequilibrio | Potencia | Pantallas | Energía

Potencia Activa | Potencia Reactiva | Potencia Aparente | Factor de Potencia | DPF | Cos Phi

— Potencia Aparente Med

L1 (kVA) | L2 (kVA) | L3 (VA) | Total (kVA)

22/8 23/8 24/8 25/8 26/8 27/8 28/8 29/8

L3 (VA) | Total (kVA)

12/9 13/9 14/9 15/9 16/9 17/9



ANÁLISIS ECONÓMICO

Departamento	Sueldo mensual
Gerencia	3500,00
Superintendencia	2800,00
Supervisor	2000,00
Contabilidad	1800,00
Secretaría	800,00
Seguridad y Medio Ambiente	1700,00
Recursos Humanos	1450,00
Total	14050,00

Elemento	Unidades	Precio	Total
Paneles solares	30	224,00	6720,00
Inversores	3	802,00	2406,00
Soportes para los paneles, cable eléctrico, material menor	30	40,00	1200,00
Generador térmico	1	9966,49	9966,49
Contactores 75 HP AC1/ 40 HP AC3	2	357,99	715,98
Contactores 35 HP AC1/ 25 HP AC3	2	193,16	386,32
Contactor 40 HP AC1/ 30 HP AC3	1	125,00	125,00
Relés y demás accesorios para tablero de transferencia	1	500,00	500,00
UPS 1,5KVA	1	300,00	300,00
Mano de Obra	2	1500,00	3000,00
Gatos Varios	1	200,00	200,00
		Total	25.519,79

$$Afv_a = \$1249,74\ USD$$

$$vh = \$58,54 \quad A_a = \$3512,40 USD$$



ANÁLISIS ECONÓMICO

	0	1	2	3	4	5	6	7
INVERSION	-25519,79							
GASTOS MANTENIMIENTO.		-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300
GASTOS OPERACIÓN		-218	-218	-218	-218	-218	-218	-218
AHORRO S. FOTOVOLTAICO		1249,74	1249,74	1249,74	1249,74	1249,74	1249,74	1249,74
AHORRO (NO PARO DE ACTIVIDADES		3512,4	3512,4	3512,4	3512,4	3512,4	3512,4	3512,4
F. FONDOS	-25519,79	4244,14	4244,14	4244,14	4244,14	4244,14	4244,14	4244,14
SALDO		-21275,65	-17031,51	-12787,37	-8543,23	-4299,00	-54,95	4189,19



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con el estudio de radiación solar en el sitio se concluye que la irradiancia promedio para la ciudad Francisco de Orellana es de 4,4 KW/(m2.día) que son valores aceptables para la instalación de estos proyectos.
- Con la implementación del sistema solar fotovoltaico se tendrá una generación promedio anual de aproximadamente 1200 KWh entregados a la red que representarán un ahorro aproximado de $1300 por año.
- La implantación del sistema fotovoltaico renovable de energía repercute en la disminución de las emisiones de CO2 en $7{,}154 \left(tC_{O_2}/\text{Año}\right)$ y por tanto la reducción de la contaminación atmosférica, del efecto invernadero y del cambio climático que de él se deriva.
- La implementación del generador térmico diésel permite que la microred preste mayores beneficios debido a que se garantiza disponibilidad de energía eléctrica las 24 horas del día.
- Se realizó una inspección técnica por parte de CNEL Sucumbíos EP, con la finalidad de emitir una autorización de conexión a la red; con resultados muy satisfactorios y mostrándose gran interés por parte de la empresa publica, catalogando al proyecto de referente en la región y con proyección a ser publicado en la revista institucional para promover el uso de energías renovables.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar mantenimiento preventivo tanto al generador diésel como al sistema solar fotovoltaico tal y como se indica en el manual del usuario.
- Se recomienda a futuro realizar la adquisición de un grupo electrógeno de mayor capacidad que abastezca a todo el campamento y no solo al departamento administrativo de la empresa.
- Se recomienda revisar periódicamente el nivel de combustible del generador térmico para mantener un nivel aceptable siempre que entre a funcionamiento.
- El gobierno nacional debería llegar a negociaciones con productores directos de tecnologías renovables para de esta manera fomentar en el país el uso de las mismas y contribuir de esta manera con el medio ambiente.
- Es recomendable que las empresas distribuidoras creen una normativa en nuestro país para el diseño, construcción y funcionamiento de sistemas de energía renovable ya que esto aplacaría en parte la falta de información bibliográfica que se tiene respecto a las Micro-redes.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

